

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 277/021

In re patent application of

Woo-jong LEE, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: SENSING APPARATUS HAVING FLUXGATE AND CONTROL METHOD
THEREOF

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

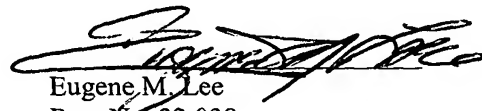
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-56712, filed September 18, 2002.

Respectfully submitted,

September 10, 2003
Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



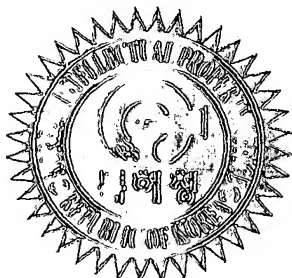
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0056712
Application Number PATENT-2002-0056712

출원년월일 : 2002년 09월 18일
Date of Application SEP 18, 2002

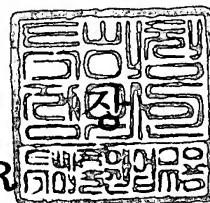
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 11 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.09.18
【발명의 명칭】	플럭스게이트를 구비한 감지장치
【발명의 영문명칭】	Sensing apparatus having fluxgate sensor
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2000-046970-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이우종
【성명의 영문표기】	LEE, WOO JONG
【주민등록번호】	720118-1467225
【우편번호】	442-714
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄3동 임광아파트 6동 905호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최상언
【성명의 영문표기】	CHOI, SANG ON
【주민등록번호】	660606-1783411
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 주공아파트 904동 1804호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송승철
【성명의 영문표기】	SONG, SEUNG CHOUL
【주민등록번호】	680128-1455821

1020020056712

출력 일자: 2002/11/5

【우편번호】	440-705
【주소】	경기도 수원시 장안구 율전동 삼성아파트 207동 1103호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 정홍식 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	16 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	5 항 269,000 원
【합계】	298,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

플럭스게이트를 구비한 감지장치가 개시된다. 본 발명은, 자성체 코어를 전류로 여자시키기 위한 구동코일, 상기 구동코일의 양단에 전류를 인가하는 전류증폭기, 전류증폭기를 온/오프 시키는 펄스를 발생하는 펄스발생기를 포함하는 플럭스게이트와, 플럭스게이트에서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치에 있어서, A/D 컨버터에서 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단될 때까지 전류증폭기에 펄스가 인가되도록 제어신호를 출력하는 펄스제어부를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치와 그 제어방법을 제공한다. 따라서 한 사이클 동안 플럭스게이트의 구동코일을 구동시키는 전류가 플럭스게이트 구동이 개시되면 인가되기 시작하여, 플럭스게이트에서 출력된 감지신호가 A/D 컨버터에서 디지털 신호로 변환될 때까지만 인가되어 플럭스게이트를 구동시키기 위하여 인가되는 전류를 감소시킬 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

플럭스게이트, 펄스, 펄스제어, 앤드게이트

【명세서】

【발명의 명칭】

플럭스게이트를 구비한 감지장치 {Sensing apparatus having fluxgate sensor}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 플럭스게이트를 도시한 회로도,

도 2는 본 발명에 따른 플럭스게이트를 나타낸 회로도,

도 3은 도 2의 플럭스게이트를 포함하는 감지장치를 개략적으로 나타낸 블록도,

도 4는 도 2의 플럭스게이트에 인가되는 제어신호 및 펄스제어부를 나타낸 파형도,

도 5는 도 3의 감지장치의 동작상태를 나타낸 파형도, 그리고,

도 6은 본 발명에 따른 감지장치의 제어방법을 나타낸 흐름도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

100 : 플럭스게이트 110 : 펄스제어부

120 : 펄스발생부 130, 131 ; 전류증폭기

140 : 반전기 150 : 구동코일

160 : 앤드게이트 170 : A/D 컨버터

180 : 필터 190 : 신호전송부

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <13> 본 발명은 플럭스게이트에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 구동전류를 최소화하여 소비전력을 감소시킬 수 있는 고효율 플럭스게이트를 구비한 감지장치에 관한 것이다.
- <14> 플럭스게이트는 지구의 자계 영역을 검출하는 센서이다. 플럭스게이트는 퍼말로이(permalloy)와 같은 고투자율 재료를 자성체 코어로 사용하여 구동코일에 의해 여기자장을 가하고 그 코어의 자기포화 및 비선형 자기 특성을 이용하여 외부자장에 비례하는 2차 고조파 성분을 측정함으로써 외부자장의 크기를 측정하는 것이다.
- <15> 도 1은 종래의 플럭스게이트의 회로를 나타낸 도면으로 도면에서 도시하는 바와 같이 자성체 코어를 전류로 여자시키기 위하여 전류를 발생시키는 구동코일(40), 구동코일(40)에 인가되는 펄스를 발생시키는 펄스발생부(10), 코일의 양단에 인가되는 펄스를 증폭하는 증폭기(30,31), 전류 발생을 위해 코일의 일단에 인가되는 펄스를 반전시키는 반전기(20)로 구성된다.
- <16> 전류 증폭기(30)(31)의 턴-온, 턴-오프 신호는 펄스발생부(10)에서 발생하는 펄스에 의한다. 펄스발생부(10)에서 생성되는 펄스는 반전기(20)를 거쳐 역상으로 변환되어 일측 전류증폭기(31)에 인가되고, 타측 전류증폭기(30)에는 직접 펄스가 인가된다.
- <17> 따라서, 증폭기(30)(31)에 각각 연결된 구동코일(40)은 양단 a, b에 인가되는 펄스의 위상이 반대이다. 즉, 펄스의 신호가 q1과 같이 일단 a은 high 레벨이고 타단 b은

1020020056712

low 레벨이 되면 전류는 코일(40)을 따라 a에서 b 방향으로 흐르게 된다. 반대로 펄스의 신호가 일단 a는 low 레벨이고 타단 b는 high 레벨이면 전류는 b에서 a 방향으로 코일을 따라 흐른다. 따라서, 펄스에 따라 구동코일에는 전류가 인가되어 구동코일(40)이 권선된 자성체 코일이 여자된다.

<18> 이와 같은 플럭스게이트를 구동시킬 때에는 펄스발생부(10)를 구동시켜 펄스 트레인이 코일에 인가되도록 한다. 따라서 플럭스게이트를 구동할 때 펄스트레인을 발생시켜 코일을 구동할 때 항상 전류가 흐르고 있어서 단위 시간당 높은 소비전류를 가지는 문제가 있다.

<19> 한편, MEMS(Micro electro mechanical system)는 기계적, 전기적 부품들을 반도체 공정을 이용하여 구현하는 기술이다. 플럭스게이트도 이와 같은 MEMS기술을 이용하여 소형화 집적화를 달성할 수 있다. MEMS 공정에 의해 제작되어 휴대가 가능한 소형 단말기에 적용되는 플럭스게이트는 제한된 전원을 가지는 환경에서 사용되므로 상기와 같이 단위 시간당 소비전류가 크면 적용에 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 플럭스게이트를 구비한 감지장치에서 플럭스게이트를 구동시키기 위한 소비전력을 감소시킬 수 있는 플럭스게이트를 구비한 감지장치를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 자성체 코어를 전류로 여자시키기 위한 구동코일, 상기 구동코일의 양단에 전류를 인가하는 전류증폭기, 상기 전류증폭기를 온/오프

프 시키는 펄스를 발생하는 펄스발생부를 포함하는 플럭스게이트와, 상기 플럭스게이트에서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치에 있어서, A/D 컨버터에서 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단될 때까지 전류증폭기에 펄스가 인가되도록 제어신호를 출력하는 펄스제어부를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치를 제공한다.

<22> 상기 펄스제어부에서 출력하는 제어신호와 펄스발생부에서 출력하는 펄스를 앤드게이팅하여 상기 전류증폭기로 출력하는 앤드게이트를 더 포함하여 펄스제어부는 플럭스게이트 구동이 개시되면 앤드게이트에 'High' 신호를 출력하고, 상기 A/D 컨버터에서 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단되면 소정 시간 경과 후 '앤드게이트에 'Low' 신호를 출력하는 것이 바람직하다.

<23> 그리고, 본 발명은 플럭스게이트에서 출력되는 아날로그 감지신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터에서 상기 아날로그 감지신호가 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단되면 플럭스게이트의 구동코일에 인가되는 전류가 차단되도록 펄스를 발생시키는 펄스제어부를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치를 제공한다.

<24> 한편, 본 발명에 의하면, 상기와 같은 플럭스게이트를 구비한 감지장치의 제어방법에 있어서, a) 상기 플럭스게이트의 구동이 개시되면 상기 펄스발생부를 구동시키고, 상기 펄스발생부에서 생성된 펄스가 상기 전류증폭기에 인가되도록 제어신호를 출력하는 단계; b) 상기 A/D 컨버터에서 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단되면 상기 a) 단계의 펄스가 상기 전류증폭기에 인가되지 않도록 제어신호를 출력하는 단계; 를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치 제어방법이 제공된다.

<25> 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

<26> 도 2는 본 발명에 따른 플럭스게이트를 나타낸 회로도이고, 도 3은 플럭스게이트를 구비한 감지장치를 나타낸 블록도이다. 도시된 바와 같이 본 발명에 의한 감지장치는 플럭스게이트(100)의 감지신호를 이용하는 외부 시스템에 아날로그 감지신호를 디지털 신호로 컨버팅하여 외부로 송신하기 위한 플럭스게이트(100), A/D 컨버터(170), 필터(180), 신호전송부(190)로 구성되고, 상기 플럭스게이트(100)는 구동코일(150), 전류증폭기(130)(131), 반전기(140), 펄스발생부(120), 앤드게이트(160), 펄스제어부(110)를 구비한다.

<27> 구동코일(150)은 자계 영역을 검출하는 감지코일(미도시)이 권선되는 자성체 코어(미도시)를 전류로 여자시키기 위하여 자성체 코어에 권선된다. 전류증폭기(130)(131)는 구동코일(150)의 양단(a)(b)에 연결되어 구동코일(150)에 전류를 인가한다. 반전기(140)는 일측 전류증폭기(131)에 연결되어 입력신호를 반전하여 전류증폭기(131)에 인가한다. 펄스발생부(120)는 전류증폭기(130)(131)를 온/오프시키는 펄스 P1를 생성하여 전류증폭기(130)(131)에 인가한다. 펄스제어부(110)는 펄스발생부(120)를 제어하는 제어신호를 출력한다.

<28> 펄스 P1은, 도 2와 같이 일측 전류증폭기(130)에는 직접 입력되어 펄스 P1과 같은 위상의 전류 P2가 구동코일(140)의 일단 a에 인가된다. 타측 전류증폭기(131)에는 반전기(120)를 거친 펄스가 인가되어 전류증폭기(131)는 펄스P1과 반전된 위상을 가지는 전류 P3를 구동코일(140)의 타단 b에 인가한다. P2와 P3는 서로 위상이 반대이므로 q1의 시점과 같이 구동코일의 a단에 high 신호가 인가되고, b 단에 low 신호가 인가되면 전류는 a에서 b 방향으로 흐르게 되고, q2의 시점과 같이 a 단에 low 신호가 인가되고 b 단에 high 신호가 인가되면 b에서 a 방향으로 전류가 흐르게 된다. 펄스에 따라 high/low

신호가 번갈아 입력되므로 구동코일(150)에는 전류가 인가되어 구동코일(150)이 권선된 자성체 코어가 여자된다.

<29> 이와 같이 구성된 플럭스게이트(100)는 구동코일(150)에 전류가 흐르게 되어 자성체 코어가 충분히 여자되면 자계를 감지하여 감지코일(도면 중 미도시)에서 감지신호를 출력한다. 플럭스게이트(100)는 감지코일에서 발생하는 출력을 이용하여 가공하는 별도의 아날로그 신호처리 회로부(도면 중 미도시)를 구비한다. 가공된 아날로그 감지신호는 디지털 신호로 변환되어 감지신호를 이용하는 다른 시스템에 전달된다.

<30> 디지털 신호로 변환하기 위하여 플럭스게이트(100)에서 출력된 아날로그 감지신호는 A/D 컨버터(170)에 입력된다. 한편, A/D 컨버터(170)는 L_1 과 같이 플럭스게이트(100)의 펄스제어부(110)에 연결되어 디지털 신호로의 변환이 완료되면 펄스제어부(110)가 이를 검출할 수 있게 된다. 필터(180)는 A/D 컨버터(170)에 연결되어 디지털신호를 필터링한다. 신호전송부(190)는 필터(180)에 연결되어 필터링된 신호를 플럭스게이트(100)의 신호를 이용하는 다른 시스템에 전달한다. 플럭스게이트(100)의 검출신호는 신호 전송부(190)를 통해 인터페이스된다.

<31> 상기와 같이 구성된 본 발명에 의한 감지장치의 플럭스게이트(100)는 감지장치가 구동되는 한 사이클동안에 A/D 컨버터(170)에서 감지신호가 A/D 변환되는 중에만 구동코일(150)에 전류가 인가되는 것을 특징으로 한다. 이를 위하여 구동코일(150)의 양단에 전류를 인가하는 전류증폭기(130)(131)를 온/오프 시키는 펄스가 A/D 변환되는 동안에만 인가된다.

<32> 이와 같은 펄스의 제어신호를 도 4를 참조하여 자세히 설명한다. 도 4는 펄스의 제어 위한 파형도 및 펄스제어부(110)를 포함하는 블록도이다. 도시되는 바와 같이 펄스

제어를 위하여 앤드게이트(160)가 더 포함된다. 앤드게이트(160)에는 펄스제어부(110)의 제어신호 B와 펄스발생부(120)에서 생성된 펄스 A가 인가된다. 앤드게이트(160)에 의해 제어신호 B와 펄스 A가 앤드게이팅되어 앤드게이트(160)에서 출력되는 출력신호 C가 전류증폭기(130)(131)에 입력된다.

<33> 펄스제어부(110)는 플럭스게이트(100)의 구동이 시작되면 펄스발생부(120)에 제어신호를 인가하여 A와 같이 펄스가 생성되도록 한다. 그리고, B와 같이 High 신호를 앤드게이트(160)에 인가하기 시작한다. 펄스제어부(110)에서 출력된 제어신호 B와 펄스발생부(120)의 펄스 A가 앤드게이팅되면 C와 같이 High 신호가 인가되는 동안에만 펄스가 출력된다.

<34> 그리고, 펄스제어부(110)에는 A/D 컨버터(170)가 L₁과 같이 연결되어 A/D 컨버터(170)에서 인가되는 신호에 따라 A/D 컨버팅이 완료 여부를 판단하여 앤드게이트(160)에 인가되는 제어신호 B를 Low 신호로 변환한다. 앤드게이트(160)에 Low 신호가 인가되면 펄스가 출력되지 않으므로 전류증폭기(130)(131)가 오프되고, 구동코일(150)에 전류가 인가되지 않는다.

<35> 이와 같이 펄스가 제어되는 본 발명의 동작 및 작용을 본 발명에 의한 감지장치의 동작 파형도를 도시한 도 5 및 제어방법의 동작 수순을 나타낸 도 6을 참조하여 설명한다. 도 5는 본 발명에 의한 감지장치의 한 사이클동안의 파형을 나타낸 도면으로써, S₁은 A/D 컨버터(170)의 Enable신호를 나타낸 것이고, S₂는 펄스제어부(110)의 펄스 제어신호이고, S₃는 필터(180)에서 필터링된 Enable신호이며, S₄는 신호전송부(190)에서 후처리되어 출력되도록 하는 신호전송 Enable신호를 시간축(t)에 따라 나타낸 것이다.

- <36> 먼저, 플럭스게이트의 구동이 개시된 것으로 판단되면(S10), 펄스제어부(110)는 펄스발생부(120) 구동신호를 펄스발생부(120)에 인가하여 펄스발생부(120)가 펄스를 생성하도록 하고(S11), S_2 와 같이 High 레벨 제어신호 B를 앤드게이트(160)에 인가한다(S12). C와 같이 High 레벨 제어신호 B가 인가되는 동안 펄스가 앤드게이트(160)에서 출력되어 전류증폭기(130)(131)에 인가된다. 전류증폭기(130)(131)에 펄스가 인가되는 동안 구동코일(150)이 구동하여 펄스게이트에서는 감지신호가 출력된다. 아날로그 감지신호는 A/D 컨버터(170)에 인가되어 디지털 신호로 컨버팅된다. 즉, S_2 와 같이 t_1 에 High 레벨 제어신호가 인가되어 감지신호가 출력되면 아날로그 감지신호는 S_1 과 같이 t_2 부터 A/D 컨버터(170)에서 A/D 컨버팅된다.
- <37> t_3 에 A/D 컨버팅이 완료되면(S20), 펄스제어부(110)는 이를 검출하여, t_4 에 Low 레벨 제어신호를 앤드게이트(160)에 인가한다(S21). 그리고, 컨버팅된 디지털 신호는 필터에 인가되어 S_3 와 같이 t_4 부터 필터링된다. 필터링이 완료되면 S_4 와 같이 t_5 에 신호전송부(190)에 필터링된 신호가 입력되어 신호가 장치의 외부로 전송된다.
- <38> 이와 같은 제어방법에 의하면 한 사이클 동안 플럭스게이트의 구동코일을 구동시키는 전류가 플럭스게이트 구동이 개시되면 인가되기 시작하여, 플럭스게이트에서 출력된 감지신호가 A/D 컨버터(170)에서 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단될 때까지 인가된다.
- <39> 즉, A/D 컨버터(170)에서 플럭스게이트 감지신호가 A/D 컨버팅 완료되면 펄스제어부(110)에서 제어신호가 Low 레벨로 변환되어 전류증폭기(130)(131)에 인가되던 펄스가 차단되고, 따라서 구동코일(150)에 전류가 인가되지 않는다. 따라서, 플럭스게이트를 구동시키기 위하여 인가되는 전류의 양이 감소된다. 한 사이클이 5ms인 경우 실제 코일 구

1020020056712

동 시간은 약 $20\mu\text{s}$ 정도로 줄어들어 되어 한 사이클동안 계속해서 구동코일에 전류가 인가되는 경우 플럭스게이트에 의한 소비전력을 100이라 할 경우 본 발명에 의한 플럭스게이트의 소비전력은 0.4로 줄어들게 된다.

【발명의 효과】

<40> 본 발명에 따르면, 플럭스게이트를 구비한 감지장치에서 플럭스게이트를 구동시키기 위하여 인가되는 전류의 양을 대폭 감소시킬 수 있게 되어 감지장치 전체의 소비전력을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

<41> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

자성체 코아를 전류로 여자시키기 위한 구동코일, 상기 구동코일의 양단에 전류를 인가하는 전류증폭기, 상기 전류증폭기를 온/오프 시키는 펄스를 발생하는 펄스발생부를 포함하는 플럭스게이트와, 상기 플럭스게이트에서 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터를 포함하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치에 있어서,

상기 A/D 컨버터에서 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단될 때까지 상기 전류증폭기에 펄스가 인가되도록 제어신호를 출력하는 펄스제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 펄스제어부에서 출력하는 제어신호와 펄스발생부에서 출력하는 펄스를 앤드게이팅하여 상기 전류증폭기로 출력하는 앤드게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서,

상기 펄스제어부는 상기 플럭스게이트 구동이 개시되면 'High' 신호를 출력하고, 상기 A/D 컨버터에서 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단되면 'Low' 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

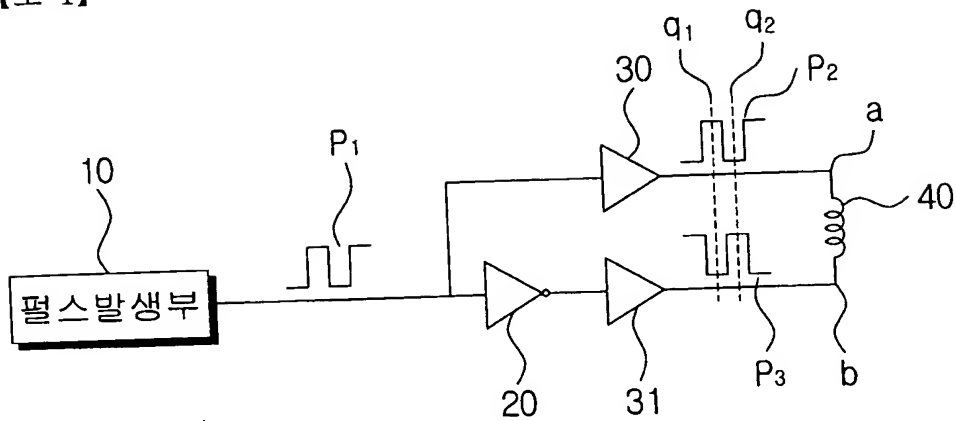
상기 펄스제어부는 상기 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단된 후 소정 시간 경과 후 'Low' 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치.

【청구항 5】

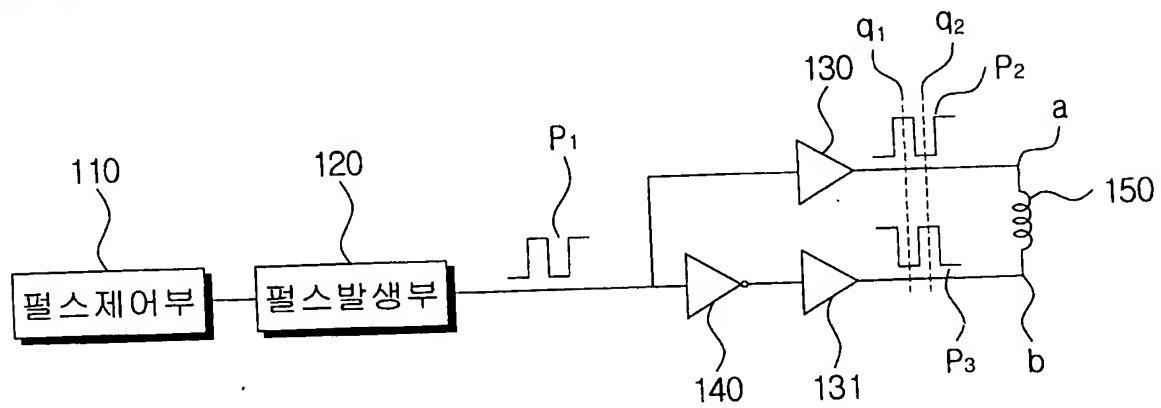
플럭스게이트에서 출력되는 아날로그 감지신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터에서 상기 아날로그 감지신호가 디지털 신호로 변환이 완료된 것으로 판단되면 플럭스게이트의 구동코일에 인가되는 전류가 차단되도록 펄스를 발생시키는 펄스제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 플럭스게이트를 구비한 감지장치.

【도면】

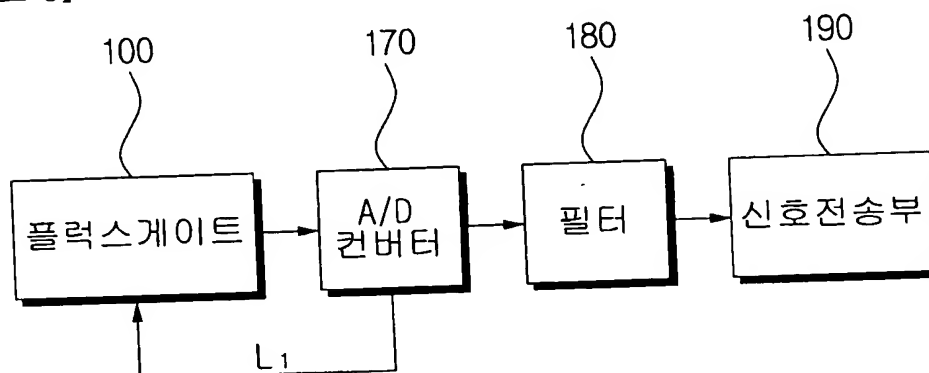
【도 1】



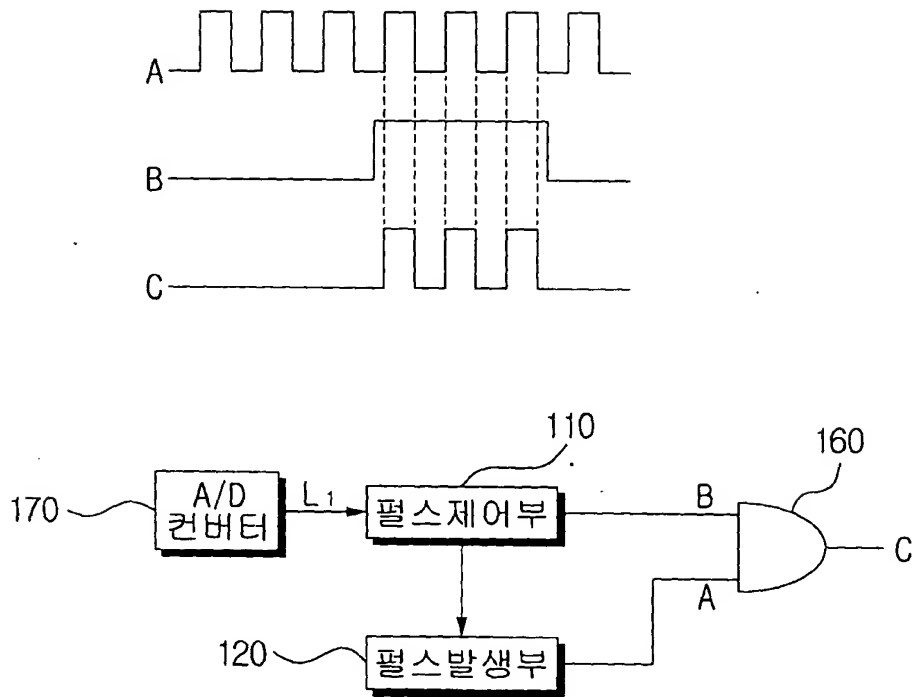
【도 2】



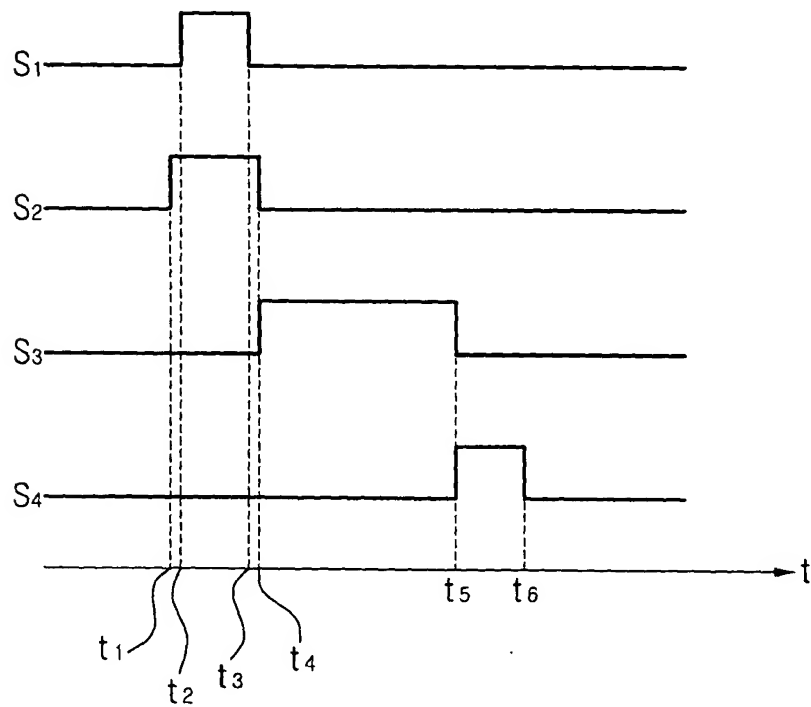
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

